

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-089795

(43)Date of publication of application : 28.03.2003

(51)Int.CI.

C10L 3/06
B09B 3/00
C02F 11/04
C10L 3/10

(21)Application number : 2001-283750

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 18.09.2001

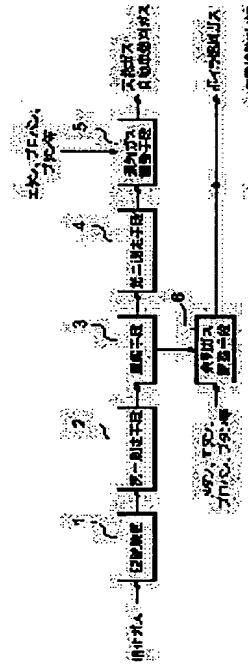
(72)Inventor : TAKEDA HISATO
YANASE KATSUSUKE
ODAGIRI KATSUMI
SASE EIICHI

(54) CONCENTRATED GAS PRODUCTION DEVICE AND CONCENTRATED GAS PRODUCTION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a concentrated gas production device which can wholly effectively utilize gases obtained by concentration, and to provide a concentrated gas production method.

SOLUTION: The concentrated gas production method comprises concentrating hydrocarbons from a mixture of the hydrocarbons with carbon dioxide to recover the concentrated gas as a fuel gas, adjusting the excessive gas except the concentrated gas by an excessive gas-adjusting means 6 to enhance the calorie of the excessive gas, recovering the adjusted excessive gas as a fuel gas, and effectively utilizing the excessive gas as the fuel gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより前記炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る濃縮手段と、

この濃縮手段の濃縮で生じる前記濃縮ガス以外の余剰ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整余剰ガスを得る余剰ガス調整手段と、を備えることを特徴とする濃縮ガス製造装置。

【請求項2】 前記余剰ガス調整手段は、前記余剰ガスに炭化水素を加えることを特徴とする請求項1記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項3】 前記余剰ガス調整手段は、前記余剰ガスに前記混合ガスの一部を加えることを特徴とする請求項1記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項4】 前記濃縮ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整濃縮ガスを得る濃縮ガス調整手段を備えることを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項5】 前記濃縮ガス調整手段は、前記濃縮ガスに、前記混合ガスを構成する前記炭化水素より熱量の高い炭化水素を加えることを特徴とする請求項4記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項6】 前記混合ガスの炭化水素はメタンであり、

前記濃縮手段で得られた高濃度メタンを含む濃縮ガスに、前記濃縮ガス調整手段で、メタンより熱量の高い炭化水素を加えて調整濃縮ガスを得ることを特徴とする請求項5記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項7】 前記混合ガスは、有機性廃棄物をメタン発酵することで生じる消化ガスであることを特徴とする請求項1～6の何れか一項に記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項8】 前記燃料ガスを利用する燃料ガス利用手段を備えることを特徴とする請求項1～7の何れか一項に記載の濃縮ガス製造装置。

【請求項9】 炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより前記炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る濃縮ガス製造工程と、

この濃縮で生じる前記濃縮ガス以外の余剰ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整余剰ガスを得る調整余剰ガス製造工程と、を備えることを特徴とする濃縮ガス製造方法。

【請求項10】 前記濃縮ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整濃縮ガスを得る調整濃縮ガス製造工程を備えることを特徴とする請求項9記載の濃縮ガス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法

に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、例えば生ごみや汚泥等の有機性廃棄物を嫌気性状態下でメタンと二酸化炭素、水に分解するメタン発酵が知られている。このメタン発酵では、メタンと二酸化炭素の混合ガスが消化ガスとして生じるが、この消化ガスは、メタン濃度約60%、二酸化炭素濃度約40%で、真発熱量（低位発熱量）が約2.15 × 10⁷ J/Nm³であることから、ボイラや発電機等の燃料ガスとして利用されるに至っている。

【0003】 また、最近にあっては、消化ガスの更なる有効利用を図るべく、当該消化ガス中のメタンを濃縮しこの濃縮ガスを燃料電池の燃料ガスとして利用する技術が盛んに検討されている。このメタン濃縮技術としては、例えば特開2001-170695号公報に記載のP.S.A法（圧力変動吸着法）や例えば特開2001-949号公報に記載の気体分離膜法等が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、上記メタン濃縮技術によりメタンを濃縮すると、濃縮ガス以外に、二酸化炭素と低濃度メタンの混合ガスである余剰ガスが生じる。本発明者の計算によれば、P.S.A法では、濃縮ガスのメタン濃度を90%とすると、濃縮ガスでのメタン回収率は94%、濃縮ガスのメタン濃度を99%とすると、濃縮ガスでのメタン回収率は77%であり、また、気体分離膜法では、濃縮ガスのメタン濃度を95%とすると、濃縮ガスでのメタン回収率は97%であり、何れにしても濃縮ガスのメタン濃度を高くすればするほど濃縮ガスでのメタン回収率は低下し、低濃度で量の多い未回収メタンを含む余剰ガスが生じることになる。

【0005】 特に、燃料電池の燃料ガスとして濃縮ガスを利用する場合には、メタン濃度を所定に高くすることが効率的な改質の面から必要であり、多くの余剰ガスが無駄に生じることになる。しかも、この余剰ガスに含まれるメタンは、近年盛んに問題にされている地球温暖化の要因となる温室効果ガスであることから、大気への放出は問題があり、特開2001-949号公報に記載されているように余剰ガス燃焼装置で燃焼し大気に放出することになる。

【0006】 本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、メタンを始めとした炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る場合に、濃縮により生成されるガスが全て有効利用される濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による濃縮ガス製造装置は、炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る濃縮手段と、この濃縮手段の濃縮で生じる濃縮ガス以外の余剰ガ

スの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整余剰ガスを得る余剰ガス調整手段と、を備えることを特徴としている。

【0008】また、本発明による濃縮ガス製造方法は、炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを得る濃縮ガス製造工程と、この濃縮で生じる濃縮ガス以外の余剰ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整余剰ガスを得る調整余剰ガス製造工程と、を備えることを特徴としている。

【0009】このような濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法によれば、炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素が濃縮され燃料ガスとしての濃縮ガスが回収されると共に、この濃縮で生じる濃縮ガス以外の余剰ガスはその熱量が高まるように調整されて燃料ガスとしての調整余剰ガスとして回収され、余剰ガスが燃料ガスとして有効利用されるようになる。

【0010】ここで、余剰ガス調整手段は、余剰ガスに炭化水素を加えるものであると、余剰ガスの熱量が容易に高められて燃料ガスとしての調整余剰ガスとして回収される。

【0011】また、余剰ガス調整手段は、余剰ガスに混合ガスの一部を加えるものであっても良い。この場合には、濃縮手段の小型化が図られる。

【0012】また、本発明による濃縮ガス製造装置は、上記濃縮ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整濃縮ガスを得る濃縮ガス調整手段をさらに備えることを特徴としている。

【0013】また、本発明による濃縮ガス製造方法は、上記濃縮ガスの熱量を高めるように調整し燃料ガスとしての調整濃縮ガスを得る調整濃縮ガス製造工程をさらに備えることを特徴としている。

【0014】このような濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法によれば、得られた濃縮ガスはその熱量が高まるように調整されて燃料ガスとしての調整濃縮ガスとして回収され、濃縮ガスより高い熱量を必要とする機器での燃料ガスとしての利用が可能とされる。

【0015】ここで、濃縮ガス調整手段は、濃縮ガスに、混合ガスを構成する炭化水素より熱量の高い炭化水素を加えるものであると、濃縮ガスの熱量が容易に高められて燃料ガスとしての調整濃縮ガスとして回収される。

【0016】また、混合ガスの炭化水素はメタンであり、濃縮手段で得られた高濃度メタンを含む濃縮ガスに、濃縮ガス調整手段で、メタンより熱量の高い炭化水素を加えて燃料ガスとしての調整濃縮ガスを得るようにすると、高濃度メタンが大部分を占め真発熱量が約 $4.62 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ という既存の天然ガス自動車のエンジンに適した燃料ガスが容易に得られる。また、天然ガス自動車のエンジンに最適な燃料ガスとすべく濃縮手

段での濃縮ガスのメタン濃度を限りなく100%に近づけることで、濃縮ガスでのメタン回収率が低くされ、さらに多くの余剰ガスが生成されるが、この多くの余剰ガスも余剰ガス調整手段で燃料ガスとしての調整余剰ガスとして回収されて有効利用される。

【0017】また、混合ガスとしては、具体的には、有機性廃棄物をメタン発酵することで生じる消化ガスが挙げられ、当該消化ガスが燃料ガスとしての濃縮ガスや調整余剰ガスとされて有効利用される。

【0018】また、燃料ガスを利用する燃料ガス利用手段を備えることで、上記得られた燃料ガスが当該燃料ガス利用手段で有効利用される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明による濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法の好適な実施形態について添付図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

【0020】この濃縮ガス製造装置は、例えば生ごみ、汚泥や廃水等の有機性廃棄物を嫌気性状態下でメタン発酵して生じる消化ガスを濃縮の対象とするものであり、消化ガスを脱硫する脱硫装置1と、この脱硫装置1からの消化ガスのメタンを濃縮する濃縮手段3と、この濃縮手段3からの濃縮ガスのその熱量を高めるように調整する濃縮ガス調整手段5と、濃縮手段3からの余剰ガスのその熱量を高めるように調整する余剰ガス調整手段6と、を備えると共に、脱硫装置1と濃縮手段3との間、濃縮手段3と濃縮ガス調整手段5との間に、ガス量及びメタン濃度を測定する第一、第二測定手段2、4を各々備えている。

【0021】上記脱硫装置1は、メタン濃度約60%、二酸化炭素濃度約40%で構成される消化ガスのその他の成分として含まれている約 2000 ppm 以下の硫化水素を脱硫する。この脱硫法としては、例えば乾式脱硫法、湿式脱硫法、生物脱硫法等が挙げられる。

【0022】濃縮手段3は、脱硫された消化ガスのメタンを濃縮する。この濃縮法としては、例えばPSA法(圧力変動吸着法)や気体分離膜法等が挙げられる。この濃縮に従って、高メタン濃度の濃縮ガスが得られると共に、この濃縮で濃縮ガス以外の余剰ガスが発生する。

ここで、本実施形態では、濃縮手段3で得られた濃縮ガスを、後段の濃縮ガス調整手段5で、最近開発されている天然ガス自動車のエンジン(燃料ガス利用手段)に最適な燃料ガスとするため、メタン濃度が限りなく100%に近づくように(実際には99%程度に)濃縮する。

【0023】濃縮ガス調整手段5は、第二測定手段4の測定結果に基づいて、濃縮ガスの熱量を既存の天然ガス自動車のエンジンに最適な燃料ガスとすべく高めるように調整する。この熱量を高める調整は、濃縮手段3からの濃縮ガスに、メタンより熱量の高いエタン、プロパン

ン、ブタン等の炭化水素を加えることで成される。

【0024】余剰ガス調整手段6は、第一、第二測定手段2、4の測定結果に基づいて、余剰ガスの熱量をボイラ（燃料ガス利用手段）や発電機（燃料ガス利用手段）の燃料ガスとすべく高めるように調整する。この熱量を高める調整は、濃縮手段3からの余剰ガスに、メタン、エタン、プロパン、ブタン等の炭化水素を加えることで成される。

【0025】図2は、第1実施形態の濃縮ガス製造装置による物質収支を示す図であり、図1及び図2を参照しながら本発明の作用を説明する。

【0026】メタン発酵による消化ガスは、ここでは、図2に示すように、ガス量を100Nm³とし、その内訳は、メタン60Nm³、二酸化炭素40Nm³、メタン濃度60%、二酸化炭素濃度40%であり、消化ガスの真発熱量は $2.15 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ となる。この消化ガスは脱硫装置1で脱硫され、2000ppm以下の硫化水素が除去される。

【0027】この消化ガスは、濃縮手段3でメタン濃度が99%となるように濃縮されて濃縮ガス及び余剰ガスが得られる。濃縮ガスは、ガス量30.3Nm³（メタン30.0Nm³+二酸化炭素0.3Nm³）、メタン濃度99%、二酸化炭素濃度1%、真発熱量 $3.56 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ である。また、この濃縮による濃縮ガスでのメタン回収率は50%となる。

【0028】この濃縮手段3からの濃縮ガスに対しては、濃縮ガス調整手段5で、既存の天然ガス自動車のエンジンに適した燃料ガスの真発熱量約 $4.62 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ を満足するように、メタンより熱量の高いエタン、プロパン、ブタン等の炭化水素が第二測定手段4の測定結果に基づいて加えられる。ここでは、図2に示すように、真発熱量 $9.16 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ であるプロパンが7.3Nm³加えられている。

【0029】その結果、ガス量37.6Nm³（メタン30.0Nm³+二酸化炭素0.3Nm³+プロパン7.3Nm³）、メタン濃度80%、二酸化炭素濃度1%、プロパン濃度19%、真発熱量 $4.62 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ の調整濃縮ガスが容易に得られる。

【0030】従って、この調整濃縮ガスは、既存の天然ガス自動車のエンジンに適した燃料ガスとしての利用が可能である。

【0031】因みに、天然ガス自動車の規格燃料としては、真発熱量を約 $4.62 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ とする他、メタン濃度86%以上、エタン濃度10%以下、プロパン濃度6%以下、ブタン濃度4%以下、C₃+C₄の炭化水素濃度8%以下、C₅以上の炭化水素濃度0.1%以下、その他のガス濃度1%以下とされている。

【0032】一方、濃縮手段3からは、濃縮手段3でメタン濃度を99%と高くすることにより濃縮ガスでのメタン回収率が低くされ低濃度のメタンを多量に含む余剰

ガスが多量に生成される。この余剰ガスは、第一、第二測定手段2、4で測定された測定結果に基づいてその量及びメタン濃度が判明される。すなわち、第一測定手段2で消化ガスの量及びメタン濃度を測定し、第二測定手段4で濃縮ガスの量及びメタン濃度を測定しているため、メタン回収率が判ると共に余剰ガス量が判り、このメタン回収率と濃縮ガスでのメタン濃度を用いて図3の線図に対応させることで、余剰ガスのメタン濃度が判る。図3は、メタン回収率と余剰ガスメタン濃度との関係を濃縮メタン濃度90%、99%の場合で示す線図であり、白丸が濃縮メタン濃度90%を示し、黒丸が濃縮メタン濃度99%を示している。従って、ここでは黒丸の線を用い、余剰ガスのメタン濃度が43%であることが測定すること無く判る。

【0033】ここで、余剰ガスは、具体的には、ガス量69.7Nm³（メタン30.0Nm³+二酸化炭素39.7Nm³）、メタン濃度43%、二酸化炭素濃度57%、真発熱量 $1.55 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ である。

【0034】この余剰ガスは、従来では大気に放出すべく余剰ガス燃焼装置で無駄に燃焼されていたが、本実施形態では、この余剰ガスに対して、余剰ガス調整手段6で、ボイラや発電機の真発熱量約 $2.10 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ を満足するように、メタン、エタン、プロパン、ブタン等の炭化水素が加えられる。ここでは、図2に示すように、真発熱量 $9.16 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ であるプロパンが5.5Nm³加えられている。

【0035】その結果、ガス量75.2Nm³（メタン30.0Nm³+二酸化炭素39.7Nm³+プロパン5.5Nm³）、メタン濃度40%、二酸化炭素濃度53%、プロパン濃度7%、真発熱量 $2.10 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ の調整余剰ガスが容易に得られる。

【0036】従って、この調整余剰ガスは、ボイラや発電機の燃料ガスとしての利用が可能である。

【0037】このように、本実施形態においては、消化ガスよりメタンが濃縮されて燃料ガスとしての濃縮ガスが回収されると共に、この濃縮で生じる余剰ガスがその熱量が高まるように調整されて燃料ガスとしての調整余剰ガスとして回収されるため、余剰ガスが燃料ガスとして有効利用されている。このため、濃縮により生成されるガスが全て無駄なく燃料ガスとして有効利用されている。

【0038】さらに、本実施形態では、得られた濃縮ガスがその熱量が高まるように調整されて燃料ガスとしての調整濃縮ガスとして回収されているため、従来の濃縮ガスでは利用不可能であった既存の天然ガス自動車のエンジンに適した燃料ガスとしての利用が可能とされている。

【0039】なお、調整濃縮ガスは、既存の天然ガス自動車のエンジンに適した燃料ガスのみに利用が限定されるものではなく、濃縮ガスより高い熱量を必要とする機

器（燃料ガス利用手段）での燃料ガスとしての利用が可能であり、また、調整余剰ガスも、ボイラや発電機の燃料ガスのみに利用が限定されるものではなく、真発熱量がこれに相当する機器（燃料ガス利用手段）での燃料ガスとしての利用が可能である。

【0040】因みに、本実施形態では、濃縮手段3でのメタン回収率を50%としているが、メタン回収率を調整することで、ガス量のバランスが調整可能である。

【0041】図4は、本発明の第2実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

【0042】この第2実施形態が第1実施形態と違う点は、濃縮ガス調整手段5を無くし、濃縮手段3で得られた濃縮ガスを、燃料電池（燃料ガス利用手段）の燃料ガスとして利用している点である。ここで、濃縮ガスの真発熱量は約 $3.56 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ （図2参照）である。そして、燃料電池の燃料とするために必要な改質手段の小型化が可能となっている。

【0043】このように、第2実施形態では、濃縮ガスの燃料ガスとしての利用が可能にされていると共に、濃縮手段3で生成されるガス（濃縮ガス及び余剰ガス）を全て無駄なく有効利用することが可能とされている。

【0044】なお、天然ガス自動車のエンジンを、真発熱量約 $4.62 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ の燃料ガスに対応する既存のものから、真発熱量約 $3.56 \times 10^7 \text{ J/Nm}^3$ の燃料ガスに対応するものに調整すれば、図に点線の矢印で示すように天然ガス自動車の燃料ガスとしても利用可能であり、真発熱量がこれに相当する機器（燃料ガス利用手段）での燃料ガスとしての利用が可能である。

【0045】図5は、本発明の第3実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

【0046】この第3実施形態が第1実施形態と違う点は、余剰ガス調整手段6に、第一測定手段2からの消化ガスの一部を加えるライン6aを付設して余剰ガス調整手段16とし、濃縮手段3からの余剰ガスに対し当該ライン6aを介して消化ガスの一部を加えることで余剰ガスの熱量を高めるようにした点である。

【0047】このように、第3実施形態では、第1実施形態の効果に加え、濃縮手段3に供給される消化ガスが第1実施形態に比して少なくされるため、濃縮手段3を小型化し得るという効果がある。

【0048】なお、余剰ガスに消化ガスの一部を加えるという当該余剰ガス調整手段16の構成を第2実施形態

に対して適用することも勿論可能である。

【0049】以上、本発明をその実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、例えば、上記実施形態においては、特に好適であるとして、有機性廃棄物をメタン発酵することで生じる消化ガスを濃縮の対象としているが、消化ガスに限定されるものではなく、メタン等の炭化水素と二酸化炭素の混合ガスであれば良い。この場合には、濃縮手段3で、混合ガスを構成する炭化水素の濃度を高め、余剰ガス調整手段6では炭化水素を加え、濃縮ガス調整手段5では、混合ガスを構成する炭化水素より熱量の高い炭化水素を加えることになる。

【0050】また、混合ガスには2種類以上の炭化水素が含まれていても良く、また、余剰ガス調整手段6では2種類以上の炭化水素を加えるようにしても良く、また、濃縮ガス調整手段5では、混合ガスを構成する炭化水素より熱量の高い炭化水素を2種類以上加えるようにしても良い。

【0051】

【発明の効果】本発明による濃縮ガス製造装置及び濃縮ガス製造方法は、炭化水素と二酸化炭素の混合ガスより炭化水素を濃縮し燃料ガスとしての濃縮ガスを回収すると共に、この濃縮で生じる濃縮ガス以外の余剰ガスをその熱量が高まるように調整して燃料ガスとしての調整余剰ガスとして回収し、余剰ガスを燃料ガスとして有効利用するようにしているため、濃縮により生成されるガスを全て無駄なく有効利用することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

【図2】第1実施形態の濃縮ガス製造装置による物質收支を示す図である。

【図3】メタン回収率と余剰ガスメタン濃度との関係を濃縮メタン濃度90%、99%の場合で示す線図である。

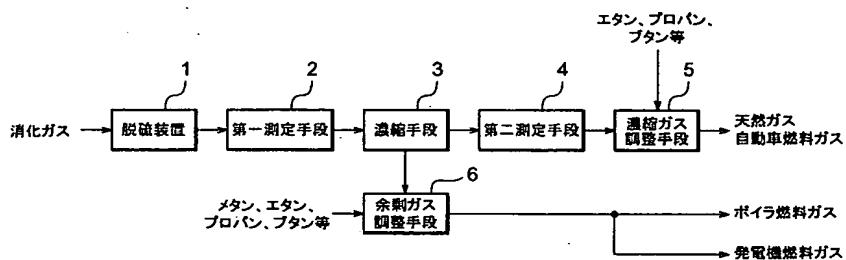
【図4】本発明の第2実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係る濃縮ガス製造装置を示す概略構成図である。

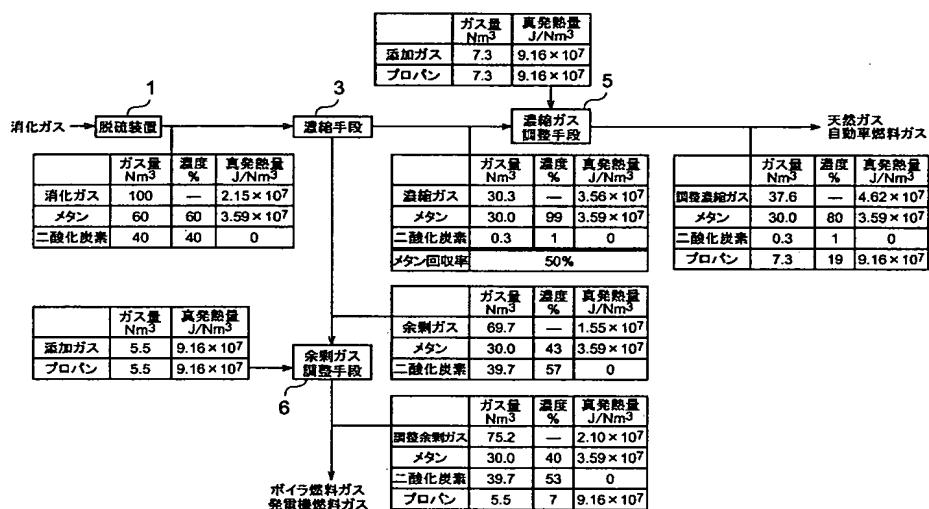
【符号の説明】

3…濃縮手段、5…濃縮ガス調整手段、6、16…余剰ガス調整手段。

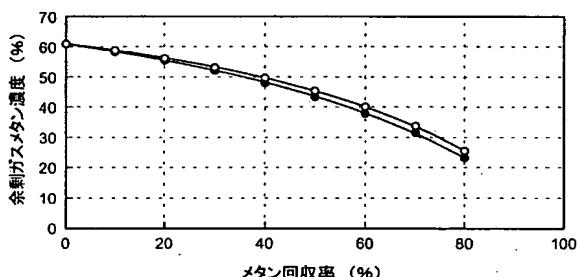
【図1】



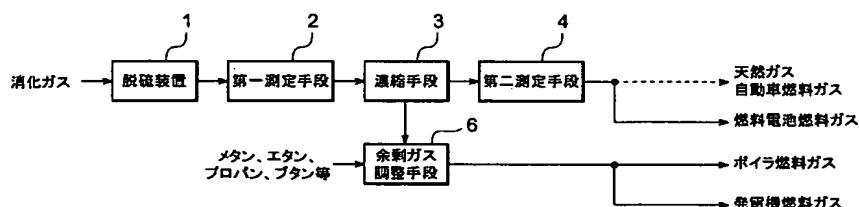
【図2】



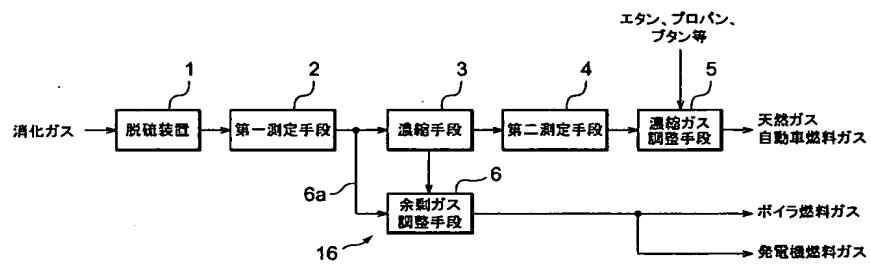
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 小田切 克己
 東京都品川区北品川五丁目9番11号 住友
 重機械工業株式会社内

(72)発明者 佐瀬 永一
 東京都品川区北品川五丁目9番11号 住友
 重機械工業株式会社内
 F ターム(参考) 4D004 AA02 AA03 BA03 CA18
 4D059 AA01 AA02 AA03 AA07 BA15
 BA16